

CURVA DE CARREGAMENTO DO ENSAIO DE FLEXÃO ESTATICA EM MADEIRA

Tiago Hendrigo de Almeida, Departamento de Ciencia e Engenharia de Materiais (CEM) – EESC/USP, tiago.hendrigo@gmail.com

Diego Henrique de Almeida, Departamento de Engenharia Civil (DECiv) – UFSCar, diegoestruturas@gmail.com

André Luis Christoforo, Departamento de Engenharia Civil (DECiv) – UFSCar, christoforoal@yahoo.com.br

Francisco Antonio Rocco Lahr, Departamento de Engenharia de Estruturas (SET) – EESC/USPP, frocco@sc.usp.br

Resumo

O ensaio de flexão estática em três pontos, de acordo com a norma ABNT NBR 7190:1997, permite a determinação de duas propriedades da madeira: o módulo de elasticidade e valor convencional de resistência. De acordo com esta norma, a determinação do módulo de elasticidade deve ser por meio de ciclos de carregamentos que ocorrem entre 10 e 50% da carga de ruptura de um corpo de prova de estimativa. Entretanto, é usual a realização destes ciclos utilizando parâmetros de flecha, normalmente $L/1000$, $L/200$ e $L/100$, sendo L o vão. Perante isto, torna-se necessária a avaliação dos diagramas de carregamentos nos ensaios de flexão, de para averiguar a existência de algum padrão nas curvas de carregamento. Este trabalho objetivou a análise das curvas de carregamento na flexão estática em três pontos, em dezoito corpos de prova isentos de defeito, de seção quadrada e razão L/h igual a quatorze, confeccionados com a madeira *Simarouba amara* Aubl. com teor de 12% de umidade. O enfoque das análises foram as determinações dos percentuais de força aplicada (em relação à ruptura) para que estes corpos de prova apresentassem flechas $L/1000$, $L/200$ e $L/100$. Além disso, o Limite Elástico (LE), em relação à força de ruptura, também foi determinado. Os valores médios dos percentuais foram iguais a 4,11%, 22,51%, 44,63% e 78,51% para $L/1000$, $L/200$, $L/100$ e LE, respectivamente. De acordo com os resultados foi possível concluir que existe um padrão de comportamento dos corpos de prova sujeitos à flexão estática em três pontos, viabilizando o uso de parâmetros de deslocamento na realização dos ciclos de carregamento.

Palavras-Chave: Caracterização. Curvas de carregamento. Flexão estática. Madeira.

Abstract

Three-point static bending test according to the code NBR 7190/1997 allows to determine two wood properties: modulus of elasticity and conventional value of Strength. According to this code, the determination of the modulus of elasticity must be through a loading cycle occurring between 10% and 50% of the rupture load of an estimation specimen. However, it is usual to perform these cycles using $L/1000$, $L/200$ and $L/100$, where L is the value of the length. Given this, it becomes necessary to evaluate the loading diagrams in the bending tests to find

out the existence of standards on it. This work aimed to analyze the loading curves in the three-point static bending tests in eighteen free of defect samples, of square section and L/h equal to fourteen, made with *Simarouba amara* Aubl. wood at 12% moisture content. Analysis was focused on the force percentages applied (in relation to the rupture) for these specimens show L/1000, L/200 and L/100 deflection values, and also the elastic limit (LE) (in relation to rupture) was also determined. Results of the mean percentages were 4,11%, 22,51%, 44,63% and 78,51% for L/1000, L/200, L/100 and LE, respectively. According to the results it was possible to conclude that there is a pattern of samples behaviors subjected to three-points static bending, making possible the use of deflection parameters in the loading cycles.

Keywords: Loading diagrams. Static bending. Wood.

1 Introdução

A madeira é um material de origem renovável com papel importante nas indústrias do mobiliário, papel, celulose e construção civil (ALMEIDA, 2015; ANDRADE JUNIOR et al., 2014; TAKESHITA et al., 2011; SILVA et al., 2015). Neste último segmento, a madeira pode ser utilizada em esquadrias, componentes de edificações e elementos estruturais como pilares, treliças e vigas (CALIL JUNIOR et al. 2003; GARCIA et al., 2017; SCALIANTE, 2014). As vigas são elementos estruturais horizontais, sujeitas a carregamentos que geram esforços na flexão estática (tração e compressão). Assim, para melhor aproveitamento dos recursos (madeiras, tempo e mão de obra), é necessário que o projeto estrutural seja muito bem realizado, o que passa pelo processo de determinação de suas propriedades físicas e mecânicas (ALMEIDA et al. 2013; CHRISTOFORO et al., 2017; LAHR et al., 2016).

No Brasil, tal determinação deve ser realizada de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 7190:1997 “Projeto de Estruturas de Madeira”. No Anexo B desta norma, “Determinação das Propriedades das Madeiras para Projetos de Estruturas”, todos os procedimentos para realização de ensaios estão descritos e um dos ensaios é o de flexão estática para a determinação do módulo de elasticidade e do valor convencional de resistência.

Para a determinação do módulo de elasticidade utiliza-se um ciclo de carregamento que deve ocorrer entre 50% e 10% da força de ruptura de um corpo de prova utilizado como estimativa e, após, ensaiar no mínimo 12 corpos de prova.

No cotidiano de laboratórios especializados na caracterização mecânica de madeiras segundo a norma brasileira, é comum a utilização de um parâmetro de flecha na realização do ciclo de carregamento para a determinação do módulo de elasticidade (ou rigidez) na flexão. Isso ocorre pela necessidade de determinar tal parâmetro sem o advento de um corpo de prova de estimativa da força de ruptura. Essa prática também agiliza e muito a realização da caracterização de madeiras em geral, e também peças estruturais com dimensões maiores. Os parâmetros de flecha usualmente utilizados são L/200 e L/500, onde L é comprimento do vão entre os apoios.

Neste aspecto é de suma importância saber se estes parâmetros de flecha são compatíveis com o procedimento descrito na ABNT NBR 7190:1997. Além disso, criar maneiras para que a norma seja utilizada da melhor forma para tornar mais rápido o processo de caracterização de madeiras.